

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-2707

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月6日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 2 B 5/08

G 0 2 B 5/08

A

B 3 2 B 7/02

1 0 3

B 3 2 B 7/02

1 0 3

9/00

9/00

A

G 0 2 F 1/1335

5 2 5

G 0 2 F 1/1335

5 2 5

1/1343

1/1343

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平9-156270

(22) 出願日

平成9年(1997) 6月13日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 糸賀 隆志

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 高橋 義弘

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

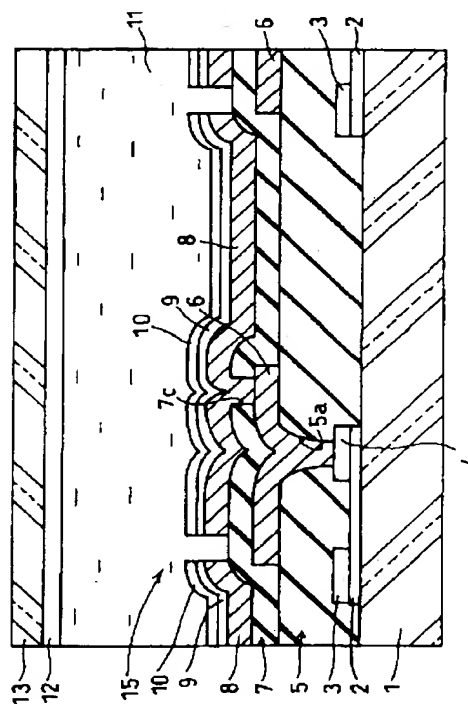
(74) 代理人 弁理士 梅田 勝

(54) 【発明の名称】 銀の増反射膜及びそれを用いた反射型液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 可視光領域全部にわたって反射率をほぼ一定にするため、短波長域の反射率を改善した銀の増反射膜及びそれを用いた反射型液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 銀あるいは銀の合金の薄膜8の上に、可視光領域の反射率をほぼ一定にするため、短波長域の反射率を増加させるよう屈折率が比較的小さい第1の透光性膜であるS i O₂膜9と、該第1の透光性膜の上に、第1の透光性膜より屈折率が比較的大きい第2の透光性膜であるS i N膜10を積層したことを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 銀あるいはその合金膜の上に、可視光領域の反射率をほぼ一定にするため、短波長域の反射率を増加させるよう屈折率が比較的小さい第1の透光性膜と、該第1の透光性膜の上に、第1の透光性膜より屈折率が比較的大きい第2の透光性膜を積層したことを特徴とする銀の増反射膜。

【請求項2】 上記透光性膜のうち、第1の透光性膜は、酸化シリコン膜、 TiO_2 膜、 ITO 膜の中から選ばれた一つであり、上記第2の透光性膜は、酸化シリコン膜であることを特徴とする請求項1記載の銀の増反射膜。

【請求項3】 上記第1の透光性膜及び第2の透光性膜は、 $(2m+1)\lambda/4n$ （ここで、 m は0以上の整数、 λ は入射光の波長）で決定されることを特徴とする請求項1記載の銀の増反射膜。

【請求項4】 絶縁性基板上に複数のゲートバスライン及びソースバスラインがマトリクス状に配置され、その交差部付近にスイッチング素子および画素電極の対を配置した液晶表示装置において、

上記画素電極は、銀あるいはその合金からなる反射電極により構成され、該反射電極の上に可視光領域の反射率をほぼ一定にするため、短波長域の反射率を増加させるよう屈折率が比較的小さい第1の透光性膜と、該第1の透光性膜の上に、第1の透光性膜より屈折率が比較的大きい第2の透光性膜を積層したことを特徴とする反射型液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、外部から入射する光のほとんど全部を反射することができる銀の増反射膜及びこの銀の増反射膜を利用した液晶表示装置、特にプロジェクター用の反射型液晶表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 反射型液晶表示プロジェクターは、外部から入射する光の反射を有効に利用して画像を表示するので、透過型液晶表示プロジェクターと比べて液晶表示装置内に発生する熱を低減し、小型化することが可能である。このような利点を有することから、反射型液晶表示プロジェクターの開発が進められてきた。

【0003】 従来の反射型液晶表示プロジェクターに使用される反射型液晶表示装置において、薄膜トランジスタを利用したアクティブマトリクス基板を備えた液晶表示装置を図6を使用して以下に説明する。

【0004】 図6に示すように、反射型液晶表示プロジェクターに使用されるアクティブマトリクス液晶表示装置は、光透過性を有する一対のガラス基板21、23と、それら各ガラス基板21、23の間に液晶31を挟持して構成される。

【0005】 ガラス基板23には、液晶31に電界を印加するための対向透明電極32が液晶31と対向するように形成されている。ガラス基板21には、画素35を表示するように、液晶31に対し電界を印加する、薄膜トランジスタ22、ソース電極23、ドレイン電極24、第2層間絶縁膜25、遮光電極膜26、第3層間絶縁膜27、および画素電極としての反射電極メタル膜28が形成されている。

【0006】 この反射型アクティブマトリクス液晶表示装置では、ガラス基板23側から入射する光の内、可視光の利用効率を高めるために、反射電極メタル膜28の反射率の絶対値を大きくする必要がある。このため、可視光領域の光の反射率が60～80%と高く、製造プロセスやエッチング工程等の加工技術が容易で、他の薄膜との整合性に優れたアルミニウム等の金属反射膜が反射電極メタル膜28として用いられている。

【0007】 アルミニウムよりなる反射電極メタル膜は、図5（横軸は波長、縦軸は反射率を示す）に点線で示すように、アルミニウム単膜の場合、可視光領域を含む波長0.3～0.8 μm の範囲に渡ってほぼ等しく86%の反射率が得られる。

【0008】 上記反射型アクティブマトリクス液晶表示装置を、例えば反射型液晶表示プロジェクターに用いた場合、従来の反射率では、表示画面に十分な明るさ、即ち、スクリーンの明るさとして、例えば800ANSI lm (American National Standards Instituteが定めた光束ルーメン)を得るためには、光源に例えば400W以上の消費電力を有する高輝度光源が必要になる。

【0009】 このように、強い光を液晶表示装置に照射した場合、入射光の10%以上が吸収されると、液晶表示装置内の発熱量が大きくなり、液晶表示装置の信頼性を低下させる原因となる。したがって、反射型液晶表示プロジェクターの特長を十分に生かして、消費電力の低減ができる低消費電力プロジェクターを製造することが困難であった。

【0010】 また、例えば特開平7-191317号公報には、図7に示すように、基板51の上に、高反射率を示す単層または複数層の金属反射層52と、光学的膜厚が約 $\lambda/4$ で低屈折率の透明誘電体膜53と、光学的膜厚が約 $\lambda/4$ で高屈折率の透明誘電体膜54を順に積層してなる透明誘電体層の積層反射板50を液晶表示パネルに貼り付けた反射型液晶表示装置が開示されている（ $\lambda/4$ は、設計波長を示し、光学的膜厚とは屈折率と膜厚の積をいう）。

【0011】 上記公報によれば、金属反射層52の前面に低屈折率の透明誘電体膜53と、高屈折率の透明誘電体膜54を積層することにより、金属反射層のみより高反射率になる。この公報に記載された反射型液晶表示装置は、直視型の液晶表示装置であり、プロジェクション

型ではないが、これを反射型液晶表示プロジェクターに用いた場合には、スクリーンの明るさとして800ANSI lm以上を得ることができ、反射型液晶表示装置内に発生する熱を低減し、投射用の光源の消費電力を抑制できる。

【0012】しかしながら、上記積層反射板50は、金属反射層52にアルミニウムを用いており、本発明者等の実験では、図5の実線で示すように、アルミニウム反射層の上に、低屈折率の透明誘電体膜53と高屈折率の透明誘電体膜54を積層した増反射膜は、増反射膜によって高反射率となるが、たかだか84%であり、最高でも91%である。

【0013】また、この積層反射板50を用いた反射型液晶表示装置では、増反射膜により反射電極メタル膜からの反射率を高めた場合、反射電極上に形成した液晶表示素子の容量成分C₁に直列に接続した容量成分C₂を形成し、この容量成分C₂は容量成分C₁に比べて一般に非常に大きいため、容量成分C₂が分極を生じ、残留直流電圧を持つことにより、残像や最適対向電圧のずれを生じて表示画面の品質が劣化するという問題を生じている。

【0014】また、従来の反射型液晶表示装置として、例えば、特開平6-273731号公報では、図8に示すように、高分子61と液晶62が分散混合して形成された液晶高分子複合体と、これを含んで両側に配置された電極63、64および基板65、66とからなる液晶電気光学素子において、該液晶高分子複合体の片側に反射板68が直接接触する液晶電気光学素子が開示されている。さらに、上記反射板68からの光の反射率を増加させるために、電極を兼ねている反射板68の上にさらに多層の光学薄膜を積層した液晶電気光学素子が開示されている。尚、67、69は配向膜である。

【0015】上記公報はプロジェクターに应用される液晶電気光学素子を開示し、光学薄膜と液晶高分子複合体からなる液晶セルを組み合わせることにより、液晶電気光学素子を用いた液晶表示装置は、表示する画像のコントラスト等を改良できるものである。

【0016】ところが、特開平6-273731号公報の反射型液晶表示装置では、反射板68上に形成される積層膜として半導体であるGeや、導電体であるCu、Au等が挙げられているが、それら積層膜は、可視光領域において非透明、つまり光の吸収極大を有するので、表示画面が着色することがあるという問題を生じる。

【0017】また、特開平7-43708号公報には、図9に示すように、金属反射膜71と、この金属反射膜71の上に積層された透明導電膜72を有する背面側基板70と、透明電極73を有する観察者側基板74と、これら両基板の間に挟持された液晶75とを備え、上記透明導電膜72と透明電極73との間に電圧を印加して液晶75を駆動させて画面表示する反射型液晶表示装置

において、上記透明導電膜72の屈折率と膜厚との積が300nm以下である反射型液晶表示装置が開示されている。

【0018】上記公報によれば、可視光領域において、部分的な領域の光の吸収または減衰が実質的に生じないため、耐湿性を増大させ、また、AB実装工程等における損傷を防止できるという利点を維持したまま、表示画面の着色を防止できるものである。

【0019】しかし、特開平7-43708号公報の反射型液晶表示装置は、表示画面の着色を防止できるものであるが、太陽光や室内光等の自然光を利用する直視タイプの反射型液晶表示装置であり、たとえば、反射型液晶表示プロジェクター等に用いた場合、光の利用効率がについて何ら考慮していないため、表示画面に充分な明るさを得るためには、表示画面に投射する光の光源の消費電力が大きくなる。具体的には、たとえばスクリーンの照射面の光束を800ANSI lmにするのに400W以上の消費電力を有する光源が必要になる。したがって、消費電力のコストが高くなる。

【0020】また、上記公報に記載の構成では、金属反射膜71の上に積層される絶縁膜中の電子が分極するため、液晶75を交流駆動するために金属反射膜71に印加される電圧の損失が極めて大きくなる。したがって、液晶表示装置の駆動電圧が高くなる。さらに、液晶表示装置の駆動電圧が高いため、液晶分子の反転駆動による横方向電界が大きくなり、液晶分子の配向の乱れが大きくなることから、液晶表示装置の表示画面の品質が劣化する。

【0021】アルミニウムより反射率の高い材料として、銀が知られており、例えば、特開平7-191317号公報でも銀を金属反射層に使用することが示唆されている。

【0022】図4（横軸は入射光波長、縦軸は反射率を示す）は、アルミニウムと銀の反射率を示し、アルミニウム単膜の反射率は長い点線で示すように、入射波長が0.3~0.8μmまではほぼ一定の86%の反射率が得られるが、銀単膜は短い点線で示すように、0.34μmで立ち上がり、0.4μmまで急激に増加し、0.4~0.6μmまで漸増し、0.6μm以上で一定になる特性を持つ。このように、銀単膜は0.45μm以下の短波長域の反射率が低い問題を有している。

【0023】このため、例えば銀単膜の反射膜を有する液晶表示素子を用いて3枚式プロジェクションを構成する場合、波長0.65μmを中心とする赤色用パネルと、波長0.55μmを中心とする青色用パネルと、波長0.45μmを中心とする青色用パネルが必要となるが、上記図4に示すように、銀単膜の反射特性が短波長域の反射率が低いので、青色用パネルの明るさか、赤色用パネルや青色用パネルに比べて暗くなり、色バランスを保てなくなる。この問題を解決するために青色用パネ

ルだけ特別仕様で作る必要がある。

【0024】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記従来の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、非常に反射率が高く、特に可視光領域の反射率をほぼ一定にするため、短波長域の反射率を改善した銀の増反射膜であり、この増反射膜を利用することにより、充分なコントラストおよび明るさを有すると共に、残像や着色がなく、消費電力を一層低減でき、かつ表示画面の品質を向上できる反射型液晶表示プロジェクターに用いられる反射型液晶表示装置を提供することにある。

【0025】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明に記載の反射膜は、上記の課題を解決するために、銀あるいはその合金膜の上に、可視光領域の反射率をほぼ一定にするため、短波長域の反射率を増加させるよう屈折率が比較的小さい第1の透光性膜と、該第1の透明性膜の上に、第1の透光性膜より屈折率が比較的大きい第2の透光性膜を積層したことを特徴とする。

【0026】上記の構成によれば、短波長域の分光反射率を高めることができ、その結果、銀本来の高い反射率を保ったまま、可視光領域のほとんどの領域でほぼ等しい反射率を得ることができ、本発明の実施例では、98%の反射率を得ている。

【0027】請求項2の発明に記載の銀の増反射膜は、上記透光性膜のうち、第1の透光性膜は、窒化シリコン膜(SiN)、 TiO_2 膜、ITO膜の中から選ばれる一つであり、上記第2の透光性膜は、酸化シリコン膜であることを特徴とする。

【0028】上記構成によれば、非常に安定で安価な材料を使用することができ、製造を容易に行うことができる。

【0029】請求項3の発明に記載の銀の増反射膜は、上記第1の透光性膜及び第2の透光性膜は、 $(2m-1)\lambda/4n$ （ここで、 m は0以上の整数、 λ は入射光の波長）で決定されることを特徴とする。

【0030】上記の構成によれば、第1光学薄膜および第2光学薄膜の膜厚を設定することにより、第1光学薄膜および第2光学薄膜の光透過性を確保すると共に、可視光領域における光の分光反射率を、向上させることを安定化できる。したがって、液晶表示装置に必要なコントラストおよび明るさの向上を確実化できる。

【0031】請求項4記載の発明に記載の反射型液晶表示装置は、絶縁性基板上に複数のゲートバスライン及びソースバスラインがマトリクス状に配置され、その交差部付近にスイッチング素子および画素電極の対を配置した液晶表示装置において、上記画素電極は、銀あるいはその合金からなる反射電極により構成され、該反射電極の上に可視光領域の反射率をほぼ一定にするため、短波長域の反射率を増加させるよう屈折率が比較的小さい第

1の透光性膜と、該第1の透明性膜の上に、第1の透光性膜より屈折率が比較的大きい第2の透光性膜を積層したことを特徴とする。

【0032】上記の構成によれば、充分なコントラストおよび明るさを有すると共に、残像や着色がなく、消費電力を一層低減でき、かつ反射型液晶表示プロジェクターに用いられる反射型液晶表示装置の温度上昇を少なくして表示画面の品質を向上することができる。

【0033】

【発明の実施の形態】本発明の実施の一形態について図1ないし図3に基づいて説明すれば、以下のとおりである。

【0034】最初、本実施の形態にかかる反射型液晶表示装置の構成概略を、図1および図2を参照しながらその製造方法と共に説明する。

【0035】図1および図2(a)に示すように、本実施の形態のアクティブマトリクス基板は、ピクセルサブパッチパターン構造を有しており、このため、先ず、例えばガラス等からなる第1基板としての透明基板1上にSiN等からなるパッシベーション膜(図示しない)をガラスやCVD(Chemical Vapor Deposition)法等により形成する。上記パッシベーション膜は、透明基板1を構成する構成要素が、例えば後述する薄膜トランジスタ(以下、TFTという)と液晶11に侵入することを防止するものである。

【0036】次に、透明基板1上に、液晶11を駆動するためのTFT2を形成する。TFT2はマトリクス表示するため数100個・数100個が縦方向と横方向に配置されるが、ここでは1個と、隣接するTFT2の半分だけを示す。

【0037】TFT2を構成する半導体材料としては、非晶質シリコン(アモルファスシリコン、 $a-Si$)、多結晶シリコン(ポリシリコン、 $p-Si$)を用いる。ポリシリコンはアモルファスシリコンを熱処理又はレーザー照射して結晶化させることにより、ポリシリコンとしたものである。この半導体材料をマトリクス配置に対応して、島状領域に分離する。この島状の半導体領域は、ソース電極3と、ドレイン電極4とかワイヤバンプ法によるコンタクトによってそれぞれ形成される。

【0038】図示しないが、TFT2には、ゲートバスラインに接続されたゲート電極が設けられ、ゲートバスラインに走査信号が供給される。また、ソース電極3は、液晶11を駆動するためのデータ信号が供給されるソースバスラインに接続されている。

【0039】図1および図2においてTFT2を簡略化して示しているが、TFT2の詳細は図3に示すように、透明基板1の上に島状に形成された半導体膜17の上に SiO_2 よりなるゲート絶縁膜18を形成し、その上にアルミニウムあるいはポリシリコン等の導電材料よ

りなるゲート電極16を配置して、その上に第1層間絶縁膜14を形成する。この第1層間絶縁膜14にコンタクトホールを開けて、ソース電極3とドレイン電極4を形成する。

【0040】続いて、図1および図2(b)に示すように、透明基板1上に、絶縁材料としてのアクリル樹脂等の熱硬化性樹脂をスピン塗布し、あるいは SiO_2 膜を形成することにより第2層間絶縁膜5を形成する。

【0041】すなわち、粘性が110cP(センチポイズ)のアクリル樹脂よりなる熱硬化性樹脂を透明基板1上に塗布し、回転数を、例えば約3000rpmで30秒間透明基板1を回転させる。これにより、遠心力によって膜厚が約2 μm の上記熱硬化性樹脂の膜が形成される。続いて、上記の膜を200~300℃の温度でベーキングして、樹脂を熱硬化させることにより、TFT2や走査信号線、データ信号線によって生じる段差を吸収して表面が平坦な絶縁膜を形成する。

【0042】さらに、この第2層間絶縁膜5の上には、フォトレジストを塗布して、コンタクトホールを形成するためのマスクを用いて、露光、現像を行う。このようにして形成したレジストマスクを用いてエッチングを行う。フォトリソグラフィ法により、上記膜厚が約2 μm の第2層間絶縁膜5を所定の形状にパターンニングし、ドレイン電極4側に開孔するコンタクトホール5aを形成するようにドライエッチングする。ドライエッチングには、 O_2 ガスを用いる。必要に応じて CF_4 ガスを添加することにより、エッチングレートを大きくすることができ、

【0043】このようにして、図2(b)に示すように、ドレイン電極4上に開孔したコンタクトホール5aを有する第2層間絶縁膜5が、透明基板1、TFT2およびソース電極3上を覆うように形成される。

【0044】次に、図1および図2(c)に示すように、ドレイン電極4および画素電極8(後述する)の間を接続すると共に、外部光から保護するためにTFT2上を覆う反射電極膜6を形成する。つまり、銀(Ag)あるいは銀の合金(例えば、Pd(パラジウム)1atm%以下添加した合金)からなる、膜厚が約300nmの薄膜を、例えばスパッタリング法、真空蒸着法等によってコンタクトホール5aの内部を含めて第2層間絶縁膜5上に形成する。

【0045】そして、銀あるいは銀の合金の薄膜上にフォトレジストを塗布し、電極パターンを持つマスクを用いて、露光、現像を行い、レジストマスクを介してエッチングすることにより、反射電極膜6をパターン形成する。ここではウェットエッチングを行うが、エッチング液には、硝酸メチルアルコール希釈液を用いる。

【0046】これにより、図2(c)に示すように、断面略T字状の反射電極膜6が、ドレイン電極4および第2層間絶縁膜5上に形成される。

【0047】続いて、図1および図2(d)に示すように、絶縁材料としてのアクリル樹脂等の熱硬化性樹脂をスピン塗布し、熱硬化させることにより、第3層間絶縁膜7を、第2層間絶縁膜5および反射電極膜6上に形成する。

【0048】すなわち、第2層間絶縁膜5を構成する熱硬化性樹脂と同程度の粘度である、110cP程度のアクリル樹脂よりなる熱硬化性樹脂を透明基板1上に塗布し、回転数約3000rpmで30秒間、透明基板1を回転させる。これにより、遠心力によって膜厚が約2 μm の上記熱硬化性樹脂の膜が形成され、熱硬化により第3層間絶縁膜7が形成される。

【0049】次に、上記第3層間絶縁膜7をフォトリソグラフィ法により、上記膜厚が約2 μm の第3層間絶縁膜7をドライエッチングにより所定の形状にパターンニングし、上記絶縁材料に対し、反射電極膜6上に開孔するコンタクトホール7aを形成する。ドライエッチングは、 O_2 ガスを用いて行う。必要に応じて CF_4 ガスを添加してもよい。

【0050】これにより、図2(d)に示すように、反射電極膜6上の一部を開孔により露出した第3層間絶縁膜7が、第2層間絶縁膜5および反射電極膜6上に形成される。

【0051】その後、図1および図2(e)に示すように、スパッタリング法、あるいは真空蒸着法等により膜厚が300nmの銀あるいは銀の合金による薄膜8を第3層間絶縁膜7の上に形成する。このようにして形成された銀は多結晶質であり、粒径を波長入の1/4程度以下の大きさに形成することにより、望ましい光学特性を得ることができ、膜厚を300Å程度以下とすることにより表面状態を滑らかにすることができ、この銀あるいは銀の合金の薄膜8の空気に対する分光反射率は、通常、空気中において可視光領域で96%である。

【0052】次に、上記銀あるいは銀の合金の薄膜8を形成後、この銀あるいは銀の合金の薄膜8のパターンニングを行わずに、増反射膜を銀あるいは銀の合金の薄膜8上に積層した。すなわち、第1の透光性膜として SiO_2 膜9と、第2の透光性膜として Si_3N_4 膜10とを銀あるいは銀の合金の薄膜8の上に順次積層した。 SiO_2 膜9、 Si_3N_4 膜10は、例えばEB蒸着法やスパッタリング法により成膜するのがよい。

【0053】EB蒸着法は SiO_2 又は Si_3N_4 の蒸着材料を容器に入れ、この容器は真空中で電子ビームを照射することにより成膜するものである。スパッタリング法は SiO_2 又は Si_3N_4 のターゲットに真空中でArイオンをあてて、できた SiO_2 を基板上に波着させるものである。 Si_3N_4 の場合は窒素(N_2)雰囲気中でArイオンをあてて、 Si 原子と窒素原子を反応させて Si_3N_4 を形成し、これを基板上に波着させるものである。

【0054】このときの SiO_2 膜9、 Si_3N_4 膜10は

非晶質であり、屈折率と膜厚 d の積で表される光学的膜厚 nd は、 $nd = \lambda/4$ (波長 λ は、たいたい $0.5 \mu\text{m}$ に設定)にして可視光域でメタル単体より反射率が大きくなる。

【0055】上記 SiO_2 膜9および Si_3N_4 膜10の膜厚は、それぞれ $(2m+1)\lambda/4n$ および $(2m+1)\lambda/4n_1$ に設定されている。ここで、 m は0を含む正の整数であり、 n および n_1 はそれぞれ SiO_2 膜9および Si_3N_4 膜10の屈折率であり、 λ は設定波長(nm)である。

【0056】このことから、本実施の形態では、可視光領域の光透過性を確保すると共に、銀あるいは銀の合金の薄膜8からの分光反射率を向上させるために、 SiO_2 膜9および Si_3N_4 膜10の膜厚は、それぞれ $m=0$ および $\lambda=500\text{nm}$ として計算することにより算出される。

【0057】すなわち、本実施の開態では、 SiO_2 膜9および Si_3N_4 膜10の膜厚がそれぞれ85nm、65nmになるように、すなわち SiO_2 膜9の膜厚は70~100nmの範囲内であり、 Si_3N_4 膜10の膜厚は50~80nmの範囲内となるように積層する。

【0058】ここで、図4に示すように、銀薄膜の単膜の場合の空気に対する分光反射率が可視光領域で9.6%であったが、上記増反射膜構造を備えていることにより9.8%に増加し、液晶材料中から見た可視光領域の全部分で銀単膜より高い分光反射率が得られ、特に短波長側(400~500nm)の分光反射率の低下を抑えることができる。この短波長域の光の吸収が発熱源となるため、本発明の増反射膜構造により、この短波長域の反射率を上げることが有効である。

【0059】次に、 SiO_2 膜9、 Si_3N_4 膜10、および銀あるいは銀の合金の薄膜8を一括してフォトリソグラフィ法によりエッチングを行い、金属反射膜としての画素電極と、増反射膜としての SiO_2 膜9および Si_3N_4 膜10とを有する画素15を形成する。

【0060】エッチングは、 SiO_2 膜9のドライエッチングと、銀あるいは銀の合金の薄膜8のウェットエッチングを併用して一括してエッチングを行う。エッチングを行うため、まず、フォトリソストを塗布し、画素15のパターンを有するマスクを用いて、露光、現像を行い、エッチングマスクを形成する。このエッチングマスクを用いて SiO_2 膜9と Si_3N_4 膜10の2層一括エッチングを行う。エッチングは、 CF_4 ($\text{O}_2 = 15.0 \times 2.0 \text{ SCCM}$ 、圧力13.3Pa、RF Power 150W)の条件で約1分間放電することにより行う。次に、銀あるいは銀の合金の薄膜8のエッチングは、硝酸のメチルアルコール希釈液等に浸漬させて行う。

【0061】この一括エッチングにより、図2(c)に示すように、銀あるいは銀の合金の薄膜8、第1の透光性膜としての SiO_2 膜9、および第2の透光性膜とし

ての Si_3N_4 膜10が互いに積層されて形成される。画素15のパターンは1FT2の上方、ゲートバスライン、ソースバスラインの上方に延びて形成される。

【0062】図示しないが、シリコン基板パネルの周囲に形成されるゲートバスライン、ソースバスラインの端部部の表面絶縁膜を除去するエッチング処理を行って、アクティブエリア基板を完成する。

【0063】上記 Si_3N_4 膜10は、 TiO_2 膜、又はITO膜に代えることができる。また Si_3N_4 の組成は、その組成比を制御して要求される屈折率(1.8~2.1)に変化させることができる。

【0064】さらに、図1に示すように、対向電極としてのITO等からなる対向透明電極12を表面全体に有し、光透過性を有する第2基板としてのガラス基板13、および透明基板1にそれぞれ配向膜(図示しない)を塗布し、形成する。そして、上記各配向膜を所定方向に配向させるために、ラビングをそれぞれ行う。これにより、上記各配向膜は、液晶分子を液晶11の動作モードに適した配列や傾きに制御できる。さらに、液晶11の層の厚みを一定にし、かつ安定したものにするためには、スカーター散布を行う。

【0065】その後、シール剤を印刷した透明基板1とガラス基板13とをシール剤によって貼り合わせた後、ガラス分断を行い、さらに、液晶11を注入し、注入口封止工程の処理をして、本実施の形態にかかる液晶パネルを得る。

【0066】上記液晶11としては、特に限定されるものではない。具体的には、例えば、ツイストネマチック液晶、ゲストーホスト型のネマチック液晶、スメクチック液晶、コレステリック液晶等のサーモトロピック液晶、ライナトロピック液晶等が挙げられる。上記例示の内、ツイストネマチック液晶、およびゲストーホスト型のネマチック液晶は、液晶分子全てが透明基板1に平行、かつ、らせん状に配列しているのが好ましい。

【0067】上記液晶11として、例えばツイストネマチック液晶を用いた場合、液晶11の動作モードは以下のように説明できる。すなわち、透明基板1とガラス基板13との間で液晶11のツイスト角は 45° であり、電圧の無印加時には、TN効果により、入射光は偏光方向の変化がなく反射され、黒表示となる。電圧印加時には、複屈折効果により、入射光は偏光方向が変えられて反射され、上記画素15が白表示となる。

【0068】上記本実施の形態にかかる銀の増反射膜は、銀あるいは銀の合金の薄膜8の上に、増反射膜としての SiO_2 膜9(膜厚:85nm)および Si_3N_4 膜10(膜厚:65nm)が形成されている。この構造を有していることにより、液晶材料中から見た銀の増反射膜の反射率は図4から明らかのように、増反射膜を省いた場合(同図中、短い点線で示す)と比べて、本実施の形態の銀の増反射膜(同図中、実線で示す)は、その分

光反射率が最大で約9.8%となり、約2%の分光反射率が向上していることが分かる。

【0069】また、アルミニウム単膜の反射率(同図中、長い点線で示す)が8.6%程度であるのと比較すると、格段に反射率が向上している。すなわち、光を反射する銀あるいは銀の合金の薄膜8の上に、第1の透光性膜としての SiO_2 膜9および第2透光性膜としての Si_3N_4 膜10を形成することにより、可視光領域(400~720nm)、特に画像表示に重要な500nm以上の大半領域で、銀の単膜より高い分光反射率が得られる。

【0070】特に、銀特有の短波長側(400~500nm)の分光反射率の低下を抑えることができ、ほぼ一定の反射率が得られている。この短波長側の光が吸収されて発熱源となるので、増反射膜により短波長側の反射率を上げるとは、反射型液晶表示装置の発熱を低減する目的によって、非常に有効である。

【0071】ところで、増反射膜を用いた液晶パネルを反射型液晶表示プロジェクターに使用すると、250W以下の消費電力の光源を使用して、800ANSIlm程度の十分な明るさを得ることができる。これにより、本発明にかかる液晶パネルは、光源の光の消費電力を一層低減し、さらに、反射率を最大で9.8%にすることが可能になり、得られる表示画像におけるコントラストや明るさを改善することができる。

【0072】更に、図5に示すように、アルミニウムを使用した場合は、液晶中での反射率は8.6%であり、 Si_3N_4 膜と SiO_2 膜の増反射膜を形成しても、最大9.1%の反射率であるのに対して、本発明は9.8%を達成することができる。

【0073】

【発明の効果】本発明の銀の増反射膜の構成によれば、短波長側の分光反射率を高めることができ、その結果、銀本来の高い反射率を保ったまま、可視光領域のほとんどの領域でほぼ等しい反射率を得ることができる。本発明の実施例では、9.8%の反射率を得ている。

【0074】また、本発明の銀の増反射膜によれば、非常に安定で安価な材料を使用することができ、製造を容易に行うことができる。

【0075】また、本発明の銀の反射膜によれば、第1透光薄膜および第2透光薄膜の膜厚を設定することにより、第1透光薄膜および第2透光薄膜の光透過性を確保すると共に、可視光領域における光の分光反射率を、向上させることを安定化できる。したがって、液晶表示装置に必要なコントラストおよび明るさの向上を確実化できる。

【0076】更に、本発明の反射型液晶表示装置によれば、十分なコントラストおよび明るさを有すると共に、残像や着色がなく、消費電力を一層低減でき、かつ反射型液晶表示プロジェクターに用いられる反射型液晶表示

装置の温度上昇を少なくして表示画面の品質を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態を利用した反射型液晶表示装置を示す断面図である。

【図2】(a)~(e)は本発明のアクティブマトリクス基板の製造工程を説明する図である。

【図3】TFTの断面図である。

【図4】本発明による銀の増反射膜とアルミニウム反射膜の液晶材料中から見た反射率を比較して示す図である。

【図5】アルミニウムの液晶材料中から見た反射率を示す図である。

【図6】従来の反射型液晶表示装置の断面図である。

【図7】従来の増反射膜の断面図である。

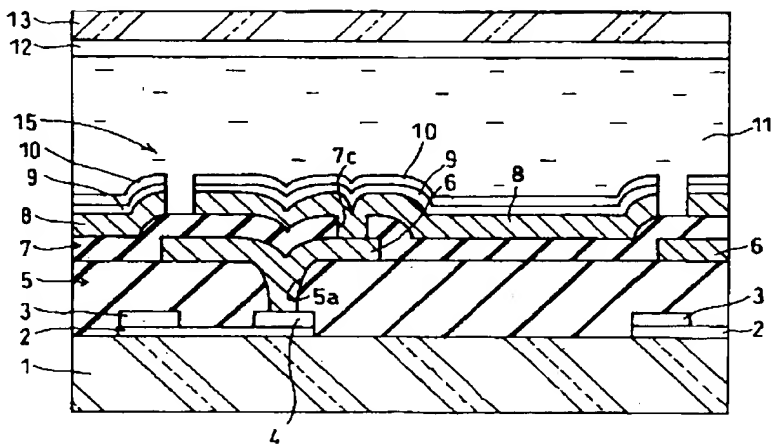
【図8】従来の増反射膜を備えた液晶表示装置の断面図である。

【図9】従来の増反射膜を備えた液晶表示装置の断面図である。

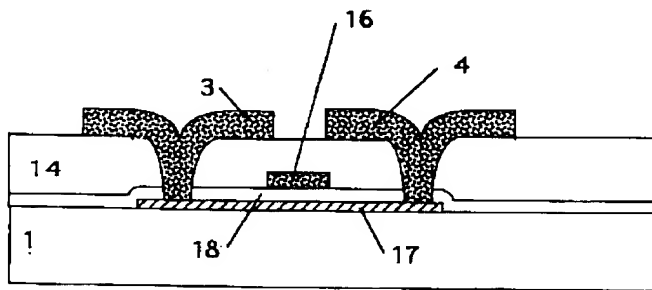
【符号の説明】

| | |
|-------------|---------------------------|
| 1、13、21、33 | ガラス基板 |
| 2、22 | TFT(薄膜トランジスタ) |
| 3、23 | ソース電極 |
| 4、24 | ドレイン電極 |
| 5、25 | 第2層間絶縁膜 |
| 5a、7a | コンタクトホール |
| 6 | 反射電極膜 |
| 7、27 | 第3層間絶縁膜 |
| 8 | 銀あるいは銀の合金の薄膜 |
| 9 | SiO_2 膜 |
| 10 | Si_3N_4 膜 |
| 11、31、62、75 | 液晶 |
| 12、32 | 対向透明電極 |
| 15、35 | 画素 |
| 26 | 遮光電極膜 |
| 28 | 反射電極メタル膜 |
| 50 | 積層反射板 |
| 51、65、66 | 基板 |
| 52 | 金属反射層 |
| 53 | 低屈折率の透明誘電体膜 |
| 54 | 高屈折率の透明誘電体膜 |
| 61 | 高分子 |
| 63、64 | 電極 |
| 67、69 | 配向膜 |
| 68 | 反射板 |
| 70 | 背面側基板 |
| 71 | 金属反射膜 |
| 72 | 透明導電膜 |
| 73 | 透明電極 |
| 74 | 観察者側基板 |

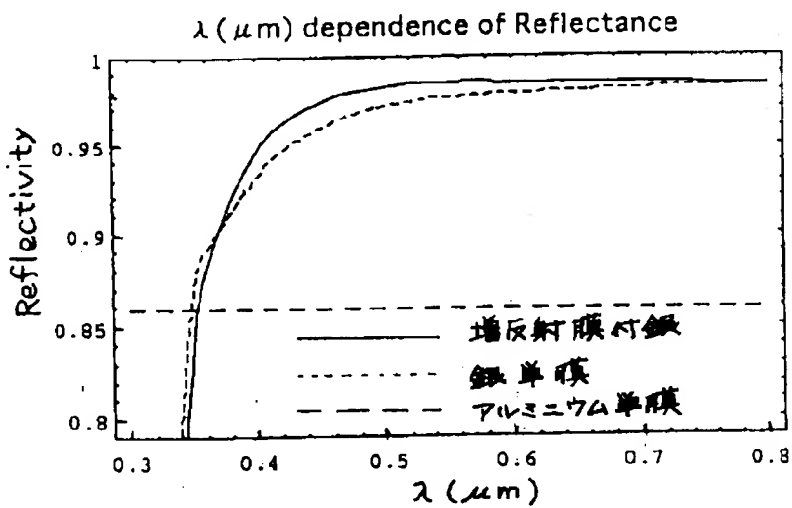
【図 1】



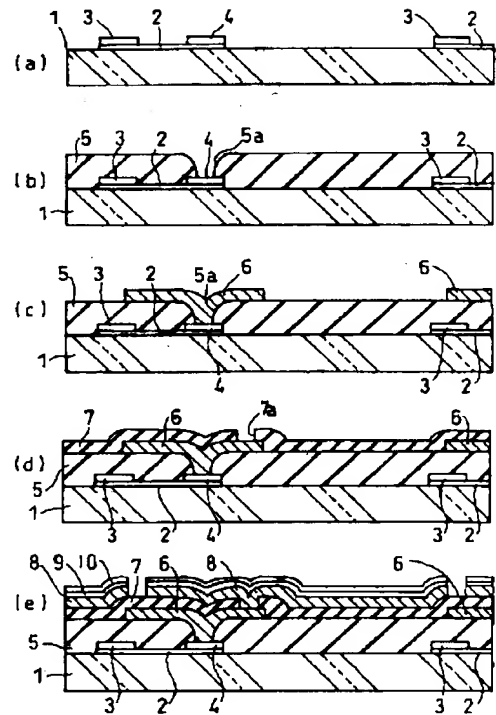
【図 3】



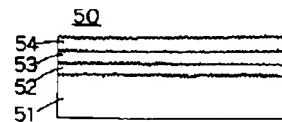
【図 4】



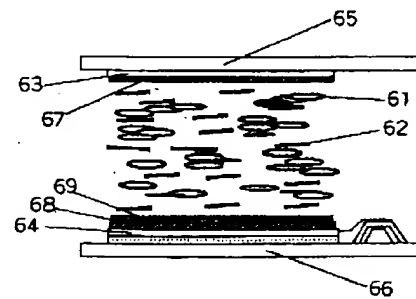
【図 2】



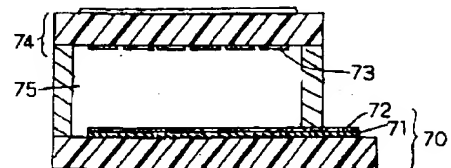
【図 7】



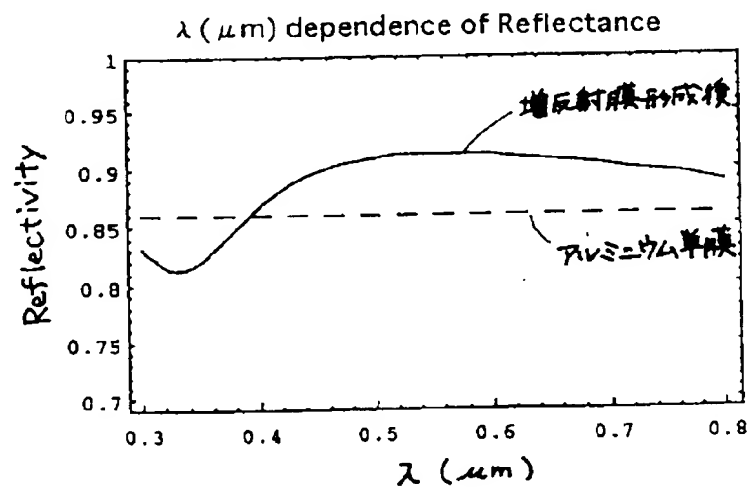
【図 8】



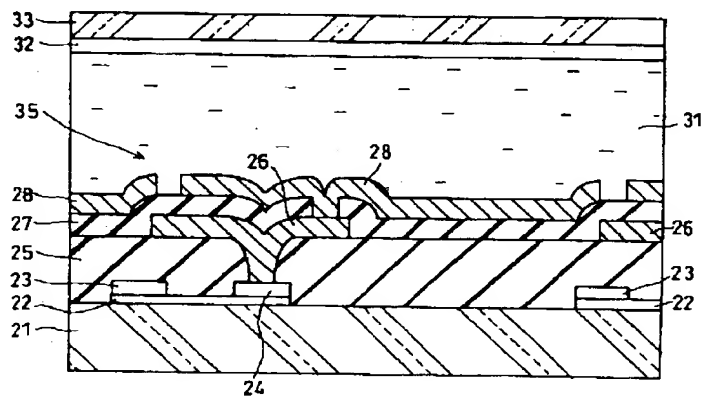
【図 9】



【図 5】



【図 6】



(19) Japan Patent Office (JP)

(12) Publication of Patent Application (A)

(11) Publication Number of Patent Application: 2707/1999

(43) Date of Publication of Application: January 6, 1999

(51) Int. Cl.⁶ : Identification Number:

| | | |
|--------|--------|-----|
| G 02 B | 5/08 | |
| B 32 B | 7/02 | 103 |
| | 9/00 | |
| G 02 F | 1/1335 | 525 |
| | 1/1343 | |

Intraoffice Reference Number:

FI

| | | |
|--------|--------|-----|
| G 02 B | 5/08 | A |
| B 32 B | 7/02 | 103 |
| | 9/00 | A |
| G 02 F | 1/1335 | 525 |
| | 1/1343 | |

Request for Examination: not made

Number of Claims: 4 OL (9 pages in total)

(21) Application Number Hei-9-156270

(22) Application Date: June 13, 1997

(71) Applicant: 000005049

Sharp Corporation

22-22, Nagaike-cho, Abeno-ku,
Osaka-shi,
Osaka

(72) Inventors: ITOGA Takashi, TAKAHASHI Yoshihiro
c/o Sharp Corporation
22-22, Nagaike-cho, Abeno-ku,
Osaka-shi,
Osaka

(74) Agent: Patent Attorney, UMEDA Masaru

(54) Title:

SILVER INCREASED REFLECTION FILM AND REFLECTION LIQUID
CRYSTAL DISPLAY DEVICE USING IT

(57) Abstract

[Problem] To provide a silver increased reflection film improved in reflectance to make the reflectance substantially constant extending over the whole visible light region, and a reflection liquid crystal device using it.

[Constitution] An SiO_2 film 9 as a first translucent film with a relatively small refractive index and an SiN film 10 as a second translucent film with a relatively larger refractive index than the first translucent film on the first translucent film are stacked on a silver or silver alloy thin film 8 to

increase the reflectance in a short wavelength region so that the reflectance of the visible light region is substantially constant.

Claims:

1. A silver increased reflection film, characterized in that a first translucent film with a relatively small refractive index and a second translucent film with a relatively larger refractive index than the first translucent film on the first translucent film are stacked on a silver or silver alloy thin film to increase the reflectance in a short wavelength region so that the reflectance of the visible light region is substantially constant.

2. The silver increased reflection film according to claim 1, wherein the first translucent film of the translucent films is one selected from a silicon nitride film, a TiO_2 film and an ITO film, and the second translucent film is a silicon oxide film.

3. The silver increased reflection film according to claim 1, wherein the first translucent film and the second translucent film are determined by $(2m + 1) \lambda / 4n$ (wherein m is integers from 0 or more, and λ is wavelength of incident light).

4. A reflection liquid crystal display device, in which a plurality of gate bus lines and source bus lines are arranged

in a matrix on an insulating substrate, and a pair of a switching element and a pixel electrode is disposed near the intersecting part, wherein the pixel electrode is formed by a reflector made of silver or its alloy, and a first translucent film with a relatively small refractive index and a second translucent film with a relatively larger refractive index than the first translucent film on the first translucent film are stacked on the reflector to increase the reflectance in a short wavelength region so that the reflectance of the visible light region is substantially constant.

Detailed Description of the Invention:

[0001]

[Technical Field to which the Invention Belongs]

This invention relates to a silver increased reflection film capable of reflecting almost all of light entering from the outside and a liquid crystal display device using it, and particularly to the reflection liquid crystal display device for a projector.

[0002]

[Prior Art]

Since the reflection liquid crystal display projector is adapted to display an image by effectively using reflection of light entering from the outside, heat generated in the liquid crystal display device can be reduced and the size can be

reduced as compared with the transmission liquid crystal display projector. The development of the reflection liquid crystal display projector has made progress because of the above advantages.

[0003]

Concerning the reflection liquid crystal display device used in the conventional reflection liquid crystal display projector, a liquid crystal display device having an active matrix substrate using a thin film transistor will now be described using Fig. 6.

[0004]

As shown in Fig. 6, an active matrix liquid crystal display device used in the reflection liquid crystal display projector is formed by a pair of glass substrates 21, 33 having light transparency and liquid crystal 31 held between the glass substrates 21, 33.

[0005]

In the glass substrate 33, a counter transparent electrode 32 for applying electric field to the liquid crystal 31 is formed opposite to the liquid crystal 31. In the glass substrate 21, a thin film transistor 22, a source electrode 23, a drain electrode 24, a second layer insulation film 25, a shielding electrode film 26, a third layer insulation film 27, and a reflector metal film 28 as a pixel electrode, which apply electric field to the liquid crystal 31, are formed to

display a pixel 35.

[0006]

In this type of reflector active matrix liquid crystal display device, the absolute value of reflectance of the reflector metal film 28 should be made larger to heighten the utilization of visible light of the light entering the glass substrate 33 side. Therefore, as the reflector metal film 28, used is a metallic reflective film made of aluminum, which has reflectance of light of the visible light region as much as 60 to 80%, may facilitate the work technology such as manufacturing process and etching process, and has excellent conformability with another thin film.

[0007]

The reflector metal film made of aluminum, as indicated by a dotted line in Fig. 5 (the axis of abscissas is wavelength, and the axis of ordinates is reflectance), can obtain a reflectance of 86% substantially equally extending over the range of wavelength from 0.3 to 0.8 μm including a visible light region in the case of an aluminum single film.

[0008]

In the case of using the above reflection liquid crystal display device in the reflection liquid crystal display projector, for example, with the conventional reflectance, a high luminance light source having power consumption of 400 W or more is needed as a light source in order to obtain 800

ANSI lum (which is luminous flux (lumen) determined by American National Standards Institute) as enough brightness on the display screen, that is, as the brightness of the screen.

[0009]

In the case of thus applying strong light to the liquid crystal display device, when 10% or more of incident light is absorbed, the quantity of heat generated in the liquid crystal display device becomes larger to cause lowering of reliability of the liquid crystal display device. Consequently, it is difficult to manufacture a low-power consumption projector which can reduce power consumption by making the best use of the merits of the reflection liquid crystal display projector.

[0010]

Further, JP-A-7-191317 discloses a reflection liquid crystal display device, as shown in Fig. 7, in which a stacking reflector 50 of a transparent dielectric layer formed by sequentially stacking a single or multiple metallic reflective layer 52 showing high reflection coefficient, a transparent dielectric film 53 having an optical film thickness of about $\lambda_0/4$ and a low refractive index, and a transparent dielectric film 54 having an optical film thickness of about $\lambda_0/4$ and a low refractive index on a substrate 51 is stuck to a liquid crystal display panel ($\lambda_0/4$ indicates design wavelength, and the optical film thickness means the product of the refractive index and the film thickness).

[0011]

According to the above disclosure, a transparent dielectric film 53 with a low refractive index and a transparent dielectric film 54 with a high refractive index are stacked, whereby a high reflectance is obtained only from the metallic reflective layer. The reflection liquid crystal display device disclosed in the above official gazette is a direct-viewing liquid crystal display device, not a projection type. In the case of using this device in the reflection liquid crystal display projector, however, 800 ANSIlm or more can be obtained, heat generated in the reflection liquid crystal display device can be reduced, and power consumption of the light source for projection can be restrained.

[0012]

The above stacking reflector 50, however, uses aluminum in the metallic reflective layer 52, and in the experiments made by the inventors of the invention, as indicated by a solid line in Fig. 5, with an increased reflection film in which the transparent dielectric film 53 with a low refractive index and the transparent dielectric film 54 with high a high refractive index are stacked on the aluminum reflection layer, high reflection can be attained by the increased reflection film, but it is as much as 84%, and 91% at maximum.

[0013]

The reflection liquid crystal display device using the

stacking reflector 50 has the problem that when the reflectance from the reflector metal film is heightened by the increased reflection film, a capacitive component C_i serially connected to a capacitive component C_{LC} of the liquid crystal display element formed on the reflector is formed, and generally the capacitive component C_i is much larger than the capacitive component C_{LC} so that the capacitive component C_i generates polarization to have residual DC voltage, resulting in causing a residual image and lag of optimum counter voltage to deteriorate the quality of a display screen.

[0014]

As the conventional reflection liquid crystal display device, JP-A-6-273731 discloses a liquid crystal electro-optic element as shown in Fig. 8, in which in a liquid crystal electro-optic element including a liquid crystal polymer complex formed by dispersing and mixing high polymers 61 and liquid crystal 62, electrodes 63, 64 disposed on both sides with the complex interposed between them and substrates 65, 66, a reflector 68 directly comes into contact with one side of the liquid crystal polymer complex. Further, disclosed is a liquid crystal electro-optic element in which in order to increase the reflectance of light from the reflector 68, a multiplayer optical thin film is further stacked on the reflector 68 also serving as an electrode. The reference numerals 67, 79 designate an orientation film.

[0015]

The above official gazette discloses a liquid crystal electro-optic element applied to a projector, and an optical thin film and a liquid crystal cell formed by a liquid crystal polymer complex are combined, whereby the liquid crystal display device using the liquid crystal electro-optic element can be improved in contrast of a displayed image.

[0016]

The reflection liquid crystal display device disclosed in JP-A-6-273731, however, has the problem that as a stacking film formed on the reflector 68, cited are Ge, which is a semiconductor, and Cu and Au, which are conductors, but these stacking films are opaque in the visible light region, that is, it has the absorption maximum of light, so that the display screen is colored.

[0017]

Jp-A-7-43708, as shown in Fig. 9, discloses a reflection liquid crystal display device including a metallic reflective film 71, a back substrate 70 having a transparent conductive film 72 stacked on the metallic reflective film 71, an observer side substrate 74 having a transparent electrode 73, and liquid crystal 75 held between both substrates, in which voltage is applied between the transparent conductive film 72 and a transparent electrode 73 to drive the liquid crystal 75, thereby making a screen display, and the product of the

refractive index and the film thickness of the transparent conductive film 72 is 300 nm or less.

[0018]

According to the official gazette, since absorption and decay of light in a partial region in the visible light area are not substantially caused, coloration of the display screen can be prevented while keeping the advantages that moisture resistance can be enhanced and damage in the TAB packaging process can be prevented.

[0019]

Although the reflection liquid crystal display device disclosed in JP-A-7-43078 can prevent coloration of the display screen, this is a direct-viewing type reflection liquid crystal display device utilizing natural light such as sunlight and indoor light. In the case of using the device in the reflection liquid crystal display projector or the like, for example, power consumption of a light source of light projected on the display screen becomes larger to obtain enough brightness on the display screen because the utilization of light is not taken into account. To be concrete, a power supply having power consumption of 400 W or more is needed to set the luminous flux of the irradiation surface of the screen to 800 ANSIlm. Accordingly, the power consumption costs high.

[0020]

In the configuration described in the above disclosure,

since the electrons in the insulation film stacked on the metallic reflective film 71 are polarized, loss of voltage applied to the metallic reflective film 71 for AC driving the liquid crystal 75 becomes very large. Consequently, the driving voltage of the liquid crystal display device becomes high. Further, since the driving voltage of the liquid crystal display device is high, the transverse electric field due to the reverse drive of the liquid crystal molecules becomes larger so that turbulence of orientation of liquid crystal molecules is increased to deteriorate the quality of display screen of the liquid crystal display device.

[0021]

As material having higher reflectance than aluminum, silver is known, and JP-A-7-191317, for example, suggests that silver is used in a metallic reflective layer.

[0022]

Fig. 4 (the axis of abscissas is wavelength of incident light, and the axis of ordinates is reflectance) shows the reflectance of aluminum and silver, in which an aluminum single film, as indicated by a long dotted line, has a substantially constant reflectance, as much as 86% up to the incident wavelength of 0.3 to 0.8 μm , but the reflectance of a silver single film, as indicated by a short dotted line, has a characteristic such that it rises at 0.34 μm , suddenly increases up to 0.4 μm , gradually increases up to 0.4 to 0.6

μm , and becomes constant at $0.6 \mu\text{m}$ or more. As described above, the silver single film has the problem that the reflectance in the region of the short wavelength of $0.45 \mu\text{m}$ or less.

[0023]

Accordingly, in the case of constructing a three-sheet projection using a liquid crystal display element having a reflection film of the silver single film, it is necessary to provide a panel for red having the wavelength of $0.65 \mu\text{m}$ in the center, a panel for green having the wavelength of $0.55 \mu\text{m}$ in the center, and a panel for blue having the wavelength of $0.45 \mu\text{m}$ in the center. The reflection characteristic of the silver single film, however, has a lower reflectance in a short wavelength region as shown in Fig. 4, so the brightness of the panel for blue becomes lower as compared with that of the panel for red or the panel for green to lose color balance. In order to solve the problem, only the panel for blue should be made according to special specifications.

[0024]

[Problems that the Invention is to Solve]

The invention has been made in the light of problems of the prior art, and it is an object of the invention to provide a silver increased reflection film having high reflectance and improved in reflectance in a short wavelength region to make the reflectance especially in the visible light region substantially constant, and a reflection liquid crystal

display device used in a reflection liquid crystal display projector, which has enough contrast and brightness, may prevent the occurrence of a residual image and coloration, further reduce the power consumption and improve the quality of a display screen by using the increased reflection film.

[0025]

[Means for Solving the Problems]

In order to solve the above problems, according to the invention as claimed in claim 1, a reflection film is characterized in that a first translucent film with a relatively small refractive index and a second translucent film with a relatively larger refractive index than the first translucent film on the first translucent film are stacked on a silver or silver alloy thin film to increase the reflectance in a short wavelength region so that the reflectance of the visible light region is substantially constant.

[0026]

According to the above constitution, the spectral reflectance in the short wavelength region can be heightened so that with the high reflectance of silver in itself kept, substantially equal reflectance can be obtained in the almost entire visible light region. In the embodiment of the invention, reflectance of 98% is obtained.

[0027]

The silver increased reflection film as claimed in claim

2 of the invention is characterized in that the first translucent film of the translucent films is one selected from a silicon nitride (SIN) film, a TiO_2 film and an ITO film, and the second translucent film is a silicon oxide film.

[0028]

According to the above constitution, very stable and inexpensive material can be used, and manufacture can be facilitated.

[0029]

The silver increased reflected film as claimed in claim 3 is characterized in that the first translucent film and the second translucent film are determined by $(2m + 1) \lambda / 4n$ (wherein m is integers from 0 or more, and λ is wavelength of incident light).

[0030]

According to the above constitution, the film thickness of the first optical thin film and the second optical thin film is set to secure the light transmittance of the first optical thin film and the second optical thin film, and the improvement in the spectral reflectance of light in the visible light region can be stabilized. Accordingly, the improvement in contrast and brightness required for the liquid crystal display device can be ensured.

[0031]

The reflection liquid crystal display device as claimed

in claim 4 of the invention is characterized in that in the reflection liquid crystal display device, in which a plurality of gate bus lines and source bus lines are arranged in a matrix on an insulating substrate, and a pair of a switching element and a pixel electrode is disposed near the intersecting part, wherein the pixel electrode is formed by a reflector made of silver or its alloy, and a first translucent film with a relatively small refractive index and a second translucent film with a relatively larger refractive index than the first translucent film on the first translucent film are stacked on the reflector to increase the reflectance in a short wavelength region so that the reflectance of the visible light region is substantially constant.

[0032]

According to the above constitution, a reflection liquid crystal display device for use in a reflection liquid crystal display projection has enough contrast and brightness, can prevent the occurrence of residual image and coloration, further reduce power consumption, and improve the quality of a display screen by decreasing a temperature rise of the device.

[0033]

[Mode for Carrying Out the Invention]

One mode for carrying out the invention will now be described according to Figs. 1 to 3.

[0034]

First, the schematic configuration of a reflection liquid crystal display device according to the present mode for carrying out the invention will be described with a manufacturing method for it with reference to Figs. 1 and 2.

[0035]

As shown in Fig. 1 and Fig. 2A, an active matrix substrate in the mode for carrying out the invention has a pixel-on passivation structure, so first a passivation film (not shown) made of SiN or the like is formed on a transparent substrate 1 as a first substrate made of glass or the like by plasma CVD (Chemical Vapor Deposition) process or the like. The passivation film is adapted to prevent a structure element constituting the transparent substrate 1 from entering a thin film transistor (hereinafter referred to as TFT) 2 mentioned later and liquid crystal 11.

[0036]

Subsequently, a TFT 2 for driving the liquid crystal 11 is formed on the transparent substrate 1. Although several hundreds x several hundreds of TFTs 2 are arranged in the longitudinal direction and in the lateral direction for a matrix display, only one and the half of an adjacent TFT 2 are shown here.

[0037]

As semiconductor material constituting the TFT 2, used are amorphous silicon (a-Si) and polycrystalline silicon

(polysilicon, p-Si). In the case of polysilicon, amorphous silicon is heat-treated or irradiated by laser to be crystallized to form polysilicon. The semiconductor material is separated into insular regions corresponding to the matrix arrangement. A source electrode 3 and a drain electrode 4 are respectively formed in the insular semiconductor regions by etching using photolithographic method.

[0038]

Not shown, the TFT 2 is provided with a gate electrode connected to a gate bus line, thereby supplying a scanning signal to the gate bus line. The source electrode 3 is connected to a source bus line to which a data signal for driving the liquid crystal 11 is supplied.

[0039]

Although the TFT 2 is simplified and shown in Figs. 1 and 2, the details of the TFT 2 are shown in Fig. 3. That is, A gate insulation film 18 made of SiO_2 is formed on a semiconductor film 17 formed insular on the transparent substrate 1, a gate electrode 16 made of conductive material such as aluminum or polysilicon is disposed thereon, and a first layer insulation film 14 is formed thereon. A contact hole is bored in the first layer insulation film 14, and the source electrode 3 and the drain electrode 4 are formed.

[0040]

Subsequently, as shown in Figs. 1 and 2B, thermosetting

resin such as acrylic resin as insulating material is spin-coated on the transparent substrate 1, or an SiO_2 film is formed to form a second layer insulation film 5.

[0041]

That is, thermosetting resin made of acrylic resin with the viscosity of 110 cp (centipoises) is applied on the transparent substrate 1, and the transparent substrate 1 is rotated for thirty seconds at the rotational frequency of about 3000 rpm. Thus, a film of the above thermosetting resin with a film thickness of about 2 μm is formed by centrifugal force. Subsequently, the above film is baked at a temperature ranging from 200 to 300 $^{\circ}\text{C}$, thereby thermosetting the resin, whereby steps generated by the TFT 2, the scanning signal line and the data signal line are absorbed to form an insulating film having a flat surface.

[0042]

Further, photo resist is applied on the second layer insulation film 5, and exposure and development are performed with a mask for forming the contact hole. Etching is performed with the thus formed resist mask. The second layer insulation film 5 with a film thickness of about 2 μm is patterned to a designated shape by photolithography, and dry-etched to form a contact hole 5a opened to the drain electrode 4 side. O_2 gas is used for dry etching. The etching rate can be heightened with CF_4 gas added at need.

[0043]

Thus, as shown in Fig. 2B, the second layer insulation film 5 having the contact hole 5a opened in the drain electrode 4 is formed to cover the transparent substrate 1, the TFT 2 and the source electrode 3.

[0044]

Subsequently, as shown in Figs. 1 and 2C, the drain electrode 4 and the pixel electrode 8 (mentioned later), and a reflector film 6 for covering the TFT 2 to be protected from external light is formed. That is, a thin film about 300 nm thick, which is made of silver (Ag) or silver alloy (e.g. an alloy to which 1 atm% or less Pd (palladium) is added), is formed on the second layer insulation film 5, including the inside of the contact by a sputtering method, a vacuum evaporation method or the like.

[0045]

Photo resist is applied on the silver or silver alloy thin film, exposure and development are performed with a mask having an electrode pattern, and etching is performed through a resist mask to form a reflector film 6 by patterning. In here wet etching is performed, and methyl alcohol dilution liquid of nitric acid is used as etching liquid.

[0046]

Thus, as shown in Fig. 2C, the reflector film 6 having a T-shaped section is formed on the drain electrode 4 and the

second layer insulation film 5.

[0047]

Subsequently, as shown in Fig. 1 and Fig. 2D, thermosetting resin such as acrylic resin as insulating material is spin-coated and thermo-hardened to form a third layer insulation film 7 on the second layer insulation film 5 and the reflector film 6.

[0048]

That is, thermosetting resin formed of acrylic resin having the viscosity of about 110 cp which is equal to that of the thermosetting resin constituting the second layer insulation film 5 is applied to the transparent substrate 1, and the transparent substrate 1 is rotated for 30 seconds at the rotational frequency of about 3000 rpm. Thus, the above thermosetting resin film about 2 μm is formed by centrifugal force, and the third layer insulation film 7 is formed by thermosetting.

[0049]

Subsequently, the above third layer insulation film 7 is patterned in a designated shape by photolithography, and the third layer insulation film 7 about 2 μm thick is dry-etched to form a contact hole 7a opened to the upper side of the reflector film 6 in the insulating material. Dry etching is performed with O_2 gas. CF_4 gas may be added as need.

[0050]

Thus, as shown in Fig. 2D, the third layer insulation film 7 partially exposed by holes on the reflector film 6 is formed on the second layer insulation film 5 and the reflector film 6.

[0051]

After that, as shown in Fig. 1 and Fig. 2E, a silver or silver alloy thin film 8 with a film thickness of 300 nm is formed on the third layer insulation film 7 by sputtering or vacuum evaporation process. The thus formed silver is polycrystalline, and it is formed with the particle diameter about $1/4$ of the wavelength λ to obtain desirable optical characteristics. The surface state can be smoothed by setting the film thickness about 3000 Å or less. The spectral reflectance of the silver or silver alloy thin film 8 to the air is normally 96% in the visible light region in the air.

[0052]

Subsequently, after the silver or silver alloy thin film 8 is formed, an increased reflection film is stacked on the silver or silver alloy thin film 8 without patterning the silver or silver alloy thin film 8. That is, an SiO_2 film 9 as a first translucent film and an SiN film 10 as a second translucent film are sequentially stacked on the silver or silver alloy thin film 8. It is better that the SiO_2 film 9 and the SiN film 10 are deposited by EB evaporation process or sputtering.

[0053]

In the EB evaporation process, evaporation material of SiO_2 or SiN is put in a crucible, and electron beams are applied to the crucible in a vacuum to perform deposition. In the sputtering method, Ar^+ ions are applied to a target of SiO_2 or Si in a vacuum, and the obtained SiO_2 is applied to the substrate to form a coating. In the case of SiN , Ar^+ ions are applied in an atmosphere of nitrogen N_2 to react Si atoms with nitrogen atoms, thereby forming SiN , which is applied to the substrate to form a coating thereon.

[0054]

At the time, the SiO_2 film 9 and the SiN film 10 are amorphous, and the optical film thickness nd expressed by the product of the refractive index and the film thickness d is set to $nd = \lambda/4$ (the wavelength λ is set about $0.5 \mu\text{m}$) so that the reflectance becomes larger in the visible light region than the metal simple substance.

[0055]

The above SiO_2 film 9 and the SiN film 10 have a thickness set to $(2m + 1) \lambda/4n_1$ and $(2m + 1) \lambda/4n_2$, respectively, wherein m is integers including 0, n_1 and n_2 respectively indicate a refractive index, and λ is a preset wavelength (nm).

[0056]

Thus, in the present mode for carrying out the invention, in order to secure the light transmittance of the visible light region and improve the spectral reflectance from the silver

or silver alloy thin film 8, the film thickness of the SiO_2 film 9 and the SiN film 10 is computed by calculation taking $m = 0$ and $\lambda = 500 \text{ nm}$.

[0057]

That is, in the present mode for carrying out the invention, stacking is performed so that the SiO_2 film 9 and the SiN film 10 are respectively 85 nm and 65 nm thick, that is, the film thickness of the SiO_2 film 9 ranges from 70 to 100 nm, and the film thickness of the SiN film 10 ranges from 50 to 80 nm.

[0058]

As shown in Fig. 4, although the spectral reflectance to the air in the case of the single film of the silver thin film is 96% in the visible light region, it is increased to 98% by providing the above increased reflection film structure, so that a higher spectral reflectance than that of the silver single film is obtained in all parts of the visible light region seen from the inside of the liquid crystal material, and especially, lowering of the spectral reflectance on the short wavelength side (400 to 500 nm) can be restrained. Since the absorption of light in the short wavelength region becomes a heat generation source, it is effective to raise the reflectance of the short wavelength region by the increased reflection film structure of the invention.

[0059]

Subsequently, the SiO_2 film 9, the SiN film 10 and the silver or silver alloy thin film 8 are collectively etched by photolithography to thereby form a pixel 15 having a pixel electrode as a metallic reflective film, and the SiO_2 film 9 and the SiN film 10 as an increased reflection film.

[0060]

As for etching, dry etching for the SiO_2 film 9 and wet etching for the silver or silver alloy thin film 8 are jointly used to collectively perform etching. In order to perform etching, first, photo resist is applied, and with a mask having a pattern of the pixel 15, exposure and development are performed to form an etching mask. With the etching mask, a two-layer full etching for the SiO_2 film 9 and the SiN film 10 is performed. Etching is performed by discharging about one minute on the conditions of $\text{CF}_4/\text{O}_2 = 150/20\text{SCCM}$, pressure of 133Pa, RF Power of 150 W. Subsequently, etching for the silver or silver alloy thin film 8 is performed by immersing the film in a methyl alcohol dilution liquid of nitric acid.

[0061]

By this collective etching, as shown in Fig. 2E, the silver or silver alloy thin film 8, the SiO_2 film 9 as the first translucent film and the SiN film 10 as the second translucent film are formed in the mutual stacking state. The pattern of the pixel 15 is formed extending to the upper side of the TFT 2, the gate bus line and the upper side of the source bus

line.

[0062]

Not shown, etching process for eliminating a surface insulation film of the terminal parts of the gate bus line and the source bus line formed in the periphery of the matrix liquid crystal panel is performed to complete an active matrix substrate.

[0063]

The above SiN film 10 can be substituted for the TiO_2 film or the ITO film. The composition of SiN is controlled in its composition ratio to be changed to the required refractive index (1.8 to 2.1).

[0064]

Further, as shown in Fig. 1, a counter transparent electrode 12 formed by ITO as a counter electrode is provided on the whole surface, and an orientation film (not shown) is applied to the glass substrate 13 as a second substrate having light transmittance and the transparent substrate, respectively and formed. Rubbing is performed so that the above respective orientation films are oriented in designated directions. Thus, in the above respective orientation films, the liquid crystal molecules can be controlled to the array and inclination suitable for the operation mode of the liquid crystal 11. Further, spacer spray is performed so that the thickness of the layer of the liquid crystal 11 is made uniform

and stable.

[0065]

After that, the transparent substrate 1 on which a sealing compound is printed and the glass substrate 13 are stuck to each other with the sealing compound, then glass parting is performed, and further the liquid crystal 11 is injected. The injection port sealing process is conducted to obtain the liquid crystal panel according to the present mode for carrying out the invention.

[0066]

The liquid crystal 11 is not especially limited. To be concrete, for example, cited are thermotropic liquid crystal such as twisted nematic liquid crystal, guest-host type nematic liquid crystal, smectic liquid crystal and cholesteric liquid crystal, and liotropic liquid crystal. Among the above examples, the twisted nematic liquid crystal and the guest-host type nematic liquid crystal are preferable, because all of the liquid crystal molecules are arrayed parallel to the transparent substrate 1 and spirally.

[0067]

In the case of using the twisted nematic liquid crystal as the above liquid crystal 11, the operation mode of the liquid crystal is described as in the following. That is, the twist angle of the liquid crystal 11 is 45° between the transparent substrate 1 and the glass substrate 13, and when no voltage

is applied, the incident light is reflected without any change of polarizing direction by TN effect so that a black display is made. When voltage is applied, the incident light is changed in its polarizing direction and reflected by the double refraction effect so that the pixel 15 makes a white display.

[0068]

In the silver increased reflection film according to the mode for carrying out the invention, the SiO_2 film 9 (film thickness: 85 nm) and the SiN film 10 (film thickness: 65 nm) as the increased reflection film are formed on the silver or silver alloy thin film 8. Since the reflection film has this structure, as for the reflectance of the silver increased reflection film seen from the inside of the liquid crystal material is, as clear from Fig. 4, the silver increased reflection film (indicated by a solid line in Fig. 4) of the mode for carrying out the invention has a spectral reflectance of 98% at maximum as compared with the case (indicated by a short dotted line in Fig. 4) of omitting the increased reflection film. It is found that the spectral reflectance is improved about 2%.

[0069]

The reflectance is remarkably improved as compared with the case where the reflectance (indicated by a long dotted line in Fig. 4) of the aluminum single film is about 86%. That is, the SiO_2 film 9 as the first translucent film and the SiN film

10 as the second translucent film are formed on the silver or silver alloy thin film 8 which reflects light, whereby a higher spectral reflectance than that of the silver single film can be obtained in a visible light region (400 to 720 nm), especially in the most part of the region of 500 nm or more important for the image display.

[0070]

Especially, lowering of the spectral reflectance of short wavelength side (400 to 500 nm) peculiar to silver can be lowered, so that substantially constant reflectance can be obtained. Since light in the short wavelength region is absorbed to become a heat generation source, heightening of reflectance in the short wavelength region by the increased reflectance film is very effective for the purpose of reducing heat generation of the reflection liquid crystal display device.

[0071]

When the liquid crystal panel using the increased reflection film is used in the reflection liquid crystal display projector, with the light source having power consumption of 250W or less, satisfactory brightness about 800 ANSIm can be obtained. Thus, with the liquid crystal panel of the invention, the light power consumption of the light source can be further reduced, and further the reflectance can be 98% at maximum, so that the contrast and brightness in the

obtained display image can be improved.

[0072]

Further, as shown in Fig. 5, in the case of using aluminum, the reflectance in the liquid crystal is 86%, and the invention can achieve 98% as compared with the reflectance of 91% at maximum even in the case of forming the increased reflection film of the SiN film and the SiO₂ film.

[0073]

[Advantage of the Invention]

According to the constitution of the silver increased reflection film of the invention, the spectral reflectance of the short wavelength region can be heightened, so that with the high reflectance of the silver in itself kept, the substantially equal reflectance can be obtained in almost all of the visible light region. In the embodiment of the invention, the reflectance of 98% can be obtained.

[0074]

According to the invention, in the silver increased reflection film, very stable and inexpensive material can be used, and the manufacture can be facilitated.

[0075]

According to the invention, in the silver reflection film, the film thickness of the first optical thin film and the second optical thin film is set to secure the light transmittance of the first optical thin film and the second optical thin film,

and stabilize the improvement in spectral reflectance of light in the visible light region. Accordingly, the improvement in contrast and brightness required for the liquid crystal display device can be ensured.

[0076]

Further, according to the invention, in the reflection liquid crystal display device, satisfactory contrast and brightness can be attained, residual image and coloration can be prevented, power consumption can be further reduced, and the temperature rise of the reflection liquid crystal display device used in the reflection liquid crystal display projector can be decreased so as to improve the quality of the display screen.

Brief Description of the Drawings:

Fig. 1 is a sectional view showing a reflection liquid crystal display device using the mode for carrying out the invention;

Figs. 2A to 2E are diagrams for explaining the manufacturing process for an active matrix substrate according to the invention;

Fig. 3 is a sectional view of TFT;

Fig. 4 is a diagram showing the comparison of reflectance seen from the inside of the liquid crystal material between the silver increased reflection film and the aluminum

reflection film;

Fig. 5 is a diagram showing the reflectance seen from the liquid crystal material of aluminum;

Fig. 6 is a sectional view of the conventional reflection liquid crystal display device;

Fig. 7 is a sectional view of the conventional increased reflection film;

Fig. 8 is a sectional view of a liquid crystal display device having the conventional increased reflection film; and

Fig. 9 is a sectional view of a liquid crystal display device having the conventional increased reflection film.

[Description of the Reference Numerals and Signs]

1, 13, 21, 33: glass substrate

2, 22: TFT (thin film transistor)

3, 23: source electrode

4, 24: drain electrode

5, 25: second layer insulation film

5a, 7a: contact hole

6: reflector film

7, 27: third layer insulation film

8: silver or silver alloy thin film

9: SiO₂ film

10: SiN film

11, 31, 62, 75: liquid crystal

12, 32: counter transparent electrode

15, 35: pixel
26: shielding electrode film
28: reflector metal film
50: stacking reflector
51, 65, 66: substrate
52: metallic reflective layer
53: transparent dielectric film with low refractive index
54: transparent dielectric film with high refractive index
61: high polymer
63, 64: electrode
67, 69: orientation film
68: reflector
70: back side substrate
71: metallic reflective film
72: transparent conductive film
73: transparent electrode
74: observer side substrate

[FIG. 4]

SILVER WITH INCREASED REFLECTANCE FILM

SILVER SINGLE FILM

ALUMINUM SINGLE FILM

[FIG. 5]

AFTER FORMATION OF INCREASED REFLECTION FILM

ALUMINUM SINGLE FILM